

불순물 주입에 의한 SrTiO₃ 박막의 특성 개선
(The improvement of characteristics of SrTiO₃ thin films by doping)

이은성, 백수현, 김상훈, 마재평*, 박치선**

한양대학교 재료공학과

* 호남대학교 전자공학과

** 한서대학교 전자공학과

1. 서론

최근 전자산업의 고집적화 경향으로 고유전율을 갖고 좋은 retention 성질을 갖는 커패시터용 재료를 요구하고 있다. 이에 ST, BST, PZT, PLZT 등의 고유전물질에 관심이 집중되고 있다. 하지만 이들은 안정적인 조성을 얻기 어려울 뿐만 아니라 누설전류와 같은 retention 문제가 가장 큰 걸림돌이 되어 왔다. BST, PZT, PLZT에 비해 ST (SrTiO₃)는 상온에서 상유전상으로 존재하여 fatigue 현상이 나타나지 않으며 낮은 누설전류특성을 가지고 있어 Giga 급 DRAM 용 커패시터 재료로 유망하다. 그러나 박막증착시 발생하는 조성적인 불안과 전극과의 계면상태에 의해 이들 전기적인 특성이 저하되므로 이에 대한 개선이 시급한 현안이다.

2. 실험방법

박막은 Pt(2700 Å) / Ti(300 Å) / SiO₂(1000 Å) / (111) p-type Si 기판위에 RF-magnetron sputtering 방법으로 약 2300 Å 증착하였다. 박막은 in-situ 로 증착되었으며 우선적으로 증착온도 (500 ~ 600 °C), 아르곤/산소주입비(10/0 ~ 5/5) 등 공정변수의 최적조건이 마련되었다. 잉여 SrO 을 2.5, 5.0, 10.0 mol% 첨가하여 박막의 유전특성향상을 꾀하였으며, 박막의 누설전류개선을 목적으로 각각 0.5, 0.1, 0.05, 0.02, 0.01 mol% Cr₂O₃ 와 Fe₂O₃ 도핑타겟으로 박막을 증착하였다. 박막의 전기적 특성은 하부전극으로 기판의 Pt 을, thermal evaporation 방법으로 직경 400 μm Al dot 을 상부전극으로 하여 HP4280A, HP4145B, LCR meter, RT66A 등으로 측정되었고 두께는 alpha-step, SEM 으로 확인되었다. 기타분석으로 XRS, SIMS 등을 활용하였다.

3. 실험결과

증착온도 및 산소주입비와 같은 증착공정변수는 기본적으로 박막의 물성에 크게 영향을 주었다. 550 °C, Ar/O₂ = 5/5 에서 가장우수한 전기적 특성을 얻을 수 있었고 이에 모든 첨가실험의 공정조건으로 확립되었다. 5%의 잉여 SrO 을 첨가시켜 얻은 박막에서 유전성의 개선을 관찰할 수 있었는데 이는 잉여 SrO 가 Sr 부족분을 보상해줌으로써 stoichiometry 가 이루어졌기 때문이다. ST 박막의 누설전류 특성은 doping element Cr, Fe 가 미소량 도핑되었을 경우 상당히 감소시킬 수 있었다. 이는 doping element Cr, Fe 가 Ti 자리로 치환되면서 발생시킨 산소 공공으로 열적인 효과로 발생될 산소공공을 강제보상해줌으로써 이들 산소공공의 존재함에도 전기적인 중성화를 유지시킨 결과이다. 본 실험에서 ST 박막은 도핑에 의한 박막자체의 저항을 증가시켜 누설전류를 상당량 감소시킬 수 있었다.